

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN DE LA SALUD

VALIDACIÓN DE LA TÉCNICA EVIDENCIA DEL ÁNGULO OBTENIDO (EAO) PARA EL DIAGNÓSTICO DE SEGUNDOS MOLARES MANDIBULARES CON CONDUCTO RADICULAR EN C. CUENCA. 2016.

Trabajo de titulación para obtener el
título de Master en Investigación de
la Salud

Autor:

Od. Esteban Andrés Astudillo Ortiz. Esp
CI: 0102851185

Director:

Dr. José Ignacio Ortiz Segarra. PhD
CI: 0101432185

Asesor metodológico:

Dr. Milton Fabricio Lafebre Carrasco. MSC
CI: 0101398634

Cuenca – Ecuador

2018



RESUMEN

Objetivo: Validar la técnica de evidencia del ángulo obtenido (EAO) para diagnosticar segundos molares mandibulares con conducto radicular en C.

Métodos: Un total de 198 expedientes odontológicos con tomografías de haz cónico (CBCT), obtenidas del centro radiográfico Radiodiagnóstico Oral y Tomografía Máxilo Facial, Cuenca, Ecuador en el período marzo-agosto 2016, fueron analizadas con relación a las características demográficas y a la presencia de conductos radiculares en C en segundos molares mandibulares. Adicionalmente, se estimó la precisión diagnóstica de la técnica EAO en reconstrucciones panorámicas, que consistió en un ángulo cuyo vértice se ubicó en el centro de la cara oclusal y sus lados terminaron en la porción más prominente del ápice radicular; sus puntos de corte fueron validados, utilizando la CBCT como estándar dorado diagnóstico.

Resultados: 116 (58,6%) de las imágenes fueron obtenidas de individuos del sexo femenino. La mediana de edad fue de 34 años (IQR=22). De un total de 368 de segundos molares mandibulares analizados, 33% presentaron conducto radicular en C. Entretanto, considerando 5,4° como punto de corte, la técnica obtuvo los siguientes valores en los test de validación: sensibilidad del 73,73% (IC 95%: 65,36; 82,09), especificidad del 87,83% (IC 95%: 83,38; 92,27), índice de validez del 83,05% (IC 95%: 78,96; 87,13), valor predictivo positivo 75,65 (IC95%: 67,37; 83,93), valor predictivo negativo 86,70 (IC95%: 82,12; 91,27) índice de Youden de 0,62 (IC 95%: 0,53; 0,71), razón de verosimilitud positivo 6,06 (IC95%: 4,21; 8,71), razón de verosimilitud negativo 0,30 (IC95%: 0,22; 0,41), área bajo la curva de 0,80 (ee: 0,02) (IC 95%: 0,76; 0,85).

Conclusiones: Los ángulos obtenidos con valores $\leq 5,4^\circ$ por medio de la técnica EAO son buenos, efectivos y válidos para el diagnóstico de conducto radicular en C del desarrollo en segundos molares mandibulares.

Palabras Clave: MOLAR EN C, TOMOGRAFIA, EVIDENCIA DEL ANGULO OBSERVADO, DIAGNOSTICO.



ABSTRACT

Objective: the aim of this study was to validate the technique of evidence of the retrieved angle (EAO) to diagnose mandibular second molars with C-shaped root canal.

Methods: A total of 198 dental records with a cone beam computed tomography (CBCT), obtained from the x-ray center Radiology Oral and Maxillo-Facial Tomography, Cuenca, Ecuador in the period March-August 2016, were analyzed in relation to the demographic characteristics and the presence of mandibular second molars with C-shaped root canals. Additionally, estimated the diagnostic accuracy of the EAO technique in panoramic reconstructions, which consisted of an angle whose vertex is placed in the center of the occlusal face and sides ended in the most prominent portion of the root apex, and their cut-off points were validated, using the CBCT as diagnostic gold standard.

Results: 116 (58.6%) of images were obtained from individuals of the female sex. The median age was 34 years (DQ=11). A total of 368 of the second mandibular molars tested, 33% had C-shaped root canal. Meanwhile, whereas 5.4° as the cut-off point, the technique obtained the following values in the validation test: sensitivity of 73,73% (CI 95%: 65,36; 82,09), specificity 87,83% (CI 95%: 83.38; 92.27), validity index of 83,05% (CI 95%: 78.96; 87.13), predictive positive value 75.65 (CI 95%: 67.37; 83.93), predictive negative value 86,70 (CI 95%: 82.12; 91.27) 0.62 Youden index (CI 95%: 0.53; 0.71), likelihood ratio positive 6.06 (CI 95%: 4.21; 8.71), 0.30 negative likelihood ratio (CI 95%: 0.22, 0.41) , area under the curve of 0.80 (SE: 0.02) (CI 95%: 0.76; 0.85).

Conclusions: These results allow to conclude that angles obtained with values $\leq 5,4^\circ$ by the EAO technique are good, valid and effective for the diagnosis of this developmental anomaly in mandibular second molars.

Key words: C-SHAPED MOLAR, TOMOGRAPHY, EVIDENCE OF THE RETRIEVED ANGLE DIAGNOSTIC.



ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Introducción.....	8
2. Justificación.....	10
3. Marco teórico	11
3.1 El segundo molar inferior.	11
3.2 Conducto en C.	11
3.3 Prevalencia.	16
3.4 Tomografía computarizada de haz cónico.	17
3.5 Reconstrucción panorámica.....	21
3.6 Evidencia del ángulo obtenido.	23
4. Objetivos	24
4.1 Objetivo General	24
4.2 Objetivos específicos	25
5. Hipótesis	25
5.1 Hipótesis de trabajo.....	25
6. Métodos	25
6.1 Diseño del estudio.....	25
6.2 Universo	26
6.3 Muestra	26
6.4 Criterios de inclusión.....	26
6.5 Criterios de exclusión	27
6.6 Variables	27
6.7 Aspectos éticos	27
6.8 Pilotaje	28
6.9 Adquisición de los expedientes odontológicos con CBCT.....	29
6.10 Adquisición de las reconstrucciones panorámicas.....	29
6.11 Evaluación de las reconstrucciones panorámicas	30
6.12 Procedimientos técnicos (EAO)	30
6.13 Análisis del estudio tomográfico (estándar dorado)	32
6.14 Unificación de datos.....	33
6.15 Análisis estadístico	34
7. Resultados	35



7.1	Análisis descriptivo.....	35
7.2	Obtención del punto de corte 5,4	38
8.	Discusión.....	42
9.	Conclusiones.....	46
10.	Referencias Bibliográficas	47



Universidad de Cuenca

Cláusula de Licencia y Autorización para Publicación en el Repositorio Institucional

Esteban Andrés Astudillo Ortiz, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación, **“VALIDACIÓN DE LA TÉCNICA EVIDENCIA DEL ÁNGULO OBTENIDO (EAO) PARA EL DIAGNÓSTICO DE SEGUNDOS MOLARES MANDIBULARES CON CONDUCTO RADICULAR EN C. CUENCA. 2016”**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 17 de enero de 2018

Esteban Andrés Astudillo Ortiz

CI: 0102851185



Universidad de Cuenca
Cláusula de Propiedad Intelectual

Esteban Andrés Astudillo Ortiz, autor del trabajo de titulación,
**“VALIDACIÓN DE LA TÉCNICA EVIDENCIA DEL ÁNGULO OBTENIDO
(EAO) PARA EL DIAGNÓSTICO DE SEGUNDOS MOLARES
MANDIBULARES CON CONDUCTO RADICULAR EN C. CUENCA. 2016”**,
certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente
investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 17 de enero de 2018

Esteban Andrés Astudillo Ortiz

CI: 0102851185



1. Introducción

Las complicaciones relacionadas al tratamiento endodóntico en molares con conductos en C han sido descritas desde que Crooke, en 1979 presentara el primer estudio citando a esta anatomía particular. Posterior a esto, se han realizado escasas investigaciones sobre el tema, probablemente debido a su baja prevalencia en países europeos y norteamericanos, en donde, según Jin y colaboradores en 2006 oscila entre el 2,7 y el 7,6% (1,2). En países de nuestra región el panorama es diferente, tal como lo indica Quijano en su estudio realizado en Perú, en donde la prevalencia de segundos molares con conducto radicular en forma de C fue de 40,5% (3).

El tratamiento de conducto radicular en molares mandibulares con conductos en C representa un reto para los profesionales que practican endodoncia, partiendo de signos y síntomas exagerados a comparación de molares mandibulares que no poseen esta anomalía anatómica. Se ha reportado dificultad en la anestesia, apertura, localización de conductos, preparación biomecánica, obturación y evaluación de resultados (1). Los 3 milímetros apicales del sistema de conductos radiculares debido a su complejidad anatómica son considerados como un área crítica debido a la dificultad asociada con la consecución completa de la limpieza de esta zona; de hecho, el no hacerlo puede comprometer el pronóstico a largo plazo del tratamiento (4).

En la literatura existente no se especifica una manera de diagnóstico precisa y confiable, ya que la subjetividad se asocia a los términos utilizados, no todos los molares mandibulares con raíces convergentes poseen conductos en C, ni todas las raíces paralelas o divergentes las privan (2).



Desconocemos la frecuencia de esta anatomía inusual en nuestro medio pues en la literatura de los países desarrollados, que utilizamos como referente, se considera al conducto en C como un hecho aislado o casi inexistente, mientras que en nuestra práctica diaria podemos encontrarlos cotidianamente(5).

Se debe considerar que, al momento no hay otra técnica para demostrar la morfología del sistema de conductos radiculares *in vivo* (6), diagnósticos más precisos de un segundo molar con conducto radicular en C pueden lograrse usando técnicas de imágenes en tres dimensiones como la tomografía computarizada de alta resolución (7) y la Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) ha demostrado ser una herramienta potencialmente eficaz para el diagnóstico de esta morfología (8), pero, debido a la dificultad por parte de los pacientes para acceder a este servicio, su mayor dosis de radiación (44,7 μ Sv) (9), a comparación de una radiografía panorámica (5-22 μ Sv) (9), su disponibilidad y costo (6); han llevado a plantear como objetivo de este estudio: validar la técnica “evidencia del ángulo obtenido” (EAO), que consiste en un ángulo que mide la convergencia radicular, para diagnosticar segundos molares mandibulares con conducto radicular en C en reconstrucciones panorámicas de expedientes odontológicos con tomografías obtenidas en un centro radiológico particular de la ciudad de Cuenca en el período marzo-agosto 2016; para mediante esta, poder diagnosticar a un menor costo, con una menor radiación y de una manera oportuna un segundo molar con conducto radicular en C, pudiendo así, planificar modificaciones al tratamiento, evitando las complicaciones relacionadas (10).

De esta manera se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿la técnica “evidencia del ángulo obtenido” aplicada a reconstrucciones panorámicas



permite diagnosticar segundos molares mandibulares con conducto radicular en C, con sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, índice de validez, índice de Youden, razón de verosimilitud positiva, razón de verosimilitud negativa y área bajo la curva equivalentes a la CBCT?

2. Justificación

El presente estudio permitió obtener información sobre la prevalencia de segundos molares con conducto radicular en C, y sus resultados ayudarán a predecir la aparición de esta complicación anatómica, en pacientes que acudan en busca de tratamientos endodónticos y restauradores relacionados con este grupo dental en nuestra región y posibilitarán a futuro buscar protocolos de atención adecuados previos al tratamiento de estos molares, previniendo así dificultades que podrían terminar en imprevistos que desemboquen en la extracción de estas piezas dentales o complicaciones mayores relacionadas a iatrogenias durante la atención dental.

Así mismo, los resultados conseguidos a través de la “Evidencia del Ángulo Obtenido” servirán a los odontólogos como una herramienta temprana de diagnóstico para la identificación de esta complicación anatómica previo al inicio de cualquier tratamiento odontológico, beneficiando así a la comunidad y de sobremanera a los pacientes que requieran tratamiento de estas piezas dentales, pues, tendrán un diagnóstico oportuno, confiable y accesible.

De la misma manera, la EAO ayudará a los centros de investigación a plantearse estudios descriptivos y analíticos en lugares donde no existe acceso a estudios tomográficos, favoreciendo esto a la obtención de información que a futuro



permita obtener datos sobre su causa y la mejor alternativa de tratamiento para esta variación anatómica.

3. Marco teórico

3.1 El segundo molar inferior.

Las características principales de esta pieza dental son: edad media de la erupción 11 a 13 años, edad media de la calcificación 14 a 15 años, longitud media 19,8 mm; curvatura radicular (de más común a menos común) raíz mesial: distal y recta; raíz distal: recta, distal, mesial y vestibular; raíz única: recta, distal, en bayoneta y lingual (11).

Los ápices de este diente están con frecuencia muy cerca del conducto mandibular; por tanto, el clínico debe tener cuidado en que los instrumentos o el material de obturación invadan ese espacio, debido a que se pueden producir parestesias (11).

Los segundos molares inferiores pueden tener entre uno y seis conductos, aunque las configuraciones más prevalentes son las de dos, tres y cuatro conductos (11).

3.2 Conducto en C.

La configuración anatómica usual de un segundo molar mandibular es de dos raíces, una mesial y otra distal (12). La raíz distal usualmente tiene un conducto, la raíz mesial a menudo presenta dos conductos que se fusionan en el área apical, los orificios de entrada de estos canales por lo general forman un triángulo (1).



Fan en 2004 cita a Cooke, Sidow y Gualavibala indicando que el sistema de conductos radiculares en forma de C es una variación anatómica que se presenta sobre todo en segundos molares inferiores, aunque también puede ocurrir en los molares maxilares y otros molares mandibulares (13). Los investigadores reportaron casos donde los conductos radiculares de los dientes parecían la letra mayúscula "C" cuando se realizaba la apertura cameral, los conductos estaban conectados por una ranura continua en la pulpa del piso cameral (2).

La principal causa de un conducto en forma de C dentro de una raíz en forma de C es la falla de la vaina epitelial de Hertwig para fusionar el lado lingual o el lado bucal de la raíz (13).

La principal característica anatómica de conductos con forma de C es la presencia de una aleta o banda de conexión de los canales individuales, el orificio puede aparecer como una sola banda con un arco de 180° que une los dos canales principales (13). Estos dientes típicamente presentan un piso cameral pulpar profundo y las raíces se fusionan con una ranura longitudinal (4).

Por debajo del nivel del orificio de entrada al conducto, la estructura radicular puede albergar una amplia gama de variaciones anatómicas. Estos se pueden clasificar en dos grupos básicos:

Grupo 1: aquellos con un solo conducto, en forma de cinta, con forma de C desde el orificio de entrada hasta el ápice.

Grupo 2: aquellos con tres o más canales distintos por debajo del orificio en forma de C.



Afortunadamente, los canales en forma de C con una sola franja de canales son la excepción en vez de la regla (14).

Recientemente dos métodos diferentes se han utilizado para el estudio de la configuración del conducto radicular de estos dientes y tres criterios de evaluación se utilizaron para describir segundos molares mandibulares. Estos son:

- a. El conducto en forma de C continua
- b. El canal punto y coma.
- c. Dos canales discretos y separados.

Esta clasificación se utilizó por primera vez por Weine et al. en 1969 para el estudio de los molares superiores y fue aplicado algunos años más tarde a la clasificación de los molares inferiores (15).

En cuanto a las secciones transversales de la anatomía del conducto radicular de molares inferiores con conductos en forma de C, los estudios anteriores han informado de una compleja distribución de anatomías transversales que incluye la presencia de istmos complejos (4).

En el estudio de Chai en 2004 se cita a Melton y colaboradores quienes habían demostrado histológicamente que muy poco separa la dentina superficie externa del sistema de conductos en forma de C, lo que aumenta la posibilidad de una perforación en banda o stripping durante la endodoncia o el tratamiento restaurador (16).



Las raíces que contienen un conducto en forma de C a menudo tienen una forma cónica o configuración cuadrada, Manning ha especulado que el fracaso de la vaina radicular epitelial de Hertwig permite la fusión de la superficie de la raíz lingual a la bucal y esta es la causa principal de una raíz en C, que siempre contiene un conducto en forma de C aunque también se ha dicho que estas raíces en forma de C pueden estar formadas por coalescencia debido a deposición de cemento con el tiempo (13). El fracaso de la vaina de Hertwig por el lado bucal resultará en un surco lingual, y los casos opuestos también serían posibles. El fracaso en ambos lados resultará en la formación de una raíz cónica o en forma de prisma (2).

Cooke y Cox declararon que era imposible diagnosticar canales en forma de C en la radiografía preoperatoria, pero en el estudio de Haddad et al. casi todas las radiografías preoperatorias presentaron características comunes (1,17). Estas características formaron una imagen típica que permitió la predicción de la existencia de esta condición anatómica. De hecho, la mayoría de las radiografías revelaron fusión radicular o de proximidad, un gran conducto distal, un canal mesial estrecho, y una borrosa imagen de un tercer conducto en el medio (14).

Fan et al. sugirió que la presencia y la configuración del sistema de canales en forma de C podría ser predicha por el aspecto de la radiografía periapical, comparándolo con la tomografía computarizada (TC) (13).

Las radiografías preoperatorias muestran raíces muy cercanas o fusionadas, pero a veces muestran la imagen de dos raíces distintas, esto sucede cuando la aleta no es muy delgada y por lo tanto visible en los rayos X (17). Las radiografías tomadas mientras se realiza una instrumentación del sistema de conductos



puede sugerir tal anatomía, ya que puede revelar dos características: en la primera los instrumentos tienden a converger en el vértice y la segunda característica indica que algunos instrumentos parecen clínica y radiográficamente perforar la furca (17).

Una vez reconocido, el canal en forma de C ofrece un reto con respecto al desbridamiento y obturación, sobre todo porque no está claro si el orificio en forma de C encontrado en el suelo de la cámara pulpar en realidad continúa hasta el tercio apical de la raíz (14).

Jung y cols. en el año 2010 manifestaron que se determinó que los resultados de configuraciones radiculares en forma cónica con la radiografía panorámica tienen buena sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de molares inferiores con conductos en forma de C. Por lo tanto, la radiografía panorámica es una buena modalidad de diagnóstico y detección de canales en forma de C y puede ser utilizado para determinar si se requiere un examen más detenido antes del tratamiento de endodoncia (7).

Se ha informado de que la evaluación radiográfica de canales en forma de C con radiografía periapical preoperatoria es difícil si la aleta que conecta las raíces es delgada y no visible. A pesar de que es más preciso para evaluar la forma de raíz en la radiografía periapical, la radiografía panorámica es a menudo la primera imagen de diagnóstico de elección para examen radiológico de rutina y es ampliamente utilizado en diversas instituciones para el tamizaje de pacientes. El reconocimiento de los canales en forma de C por medio de radiografías panorámicas se sugirió como una buena modalidad de diagnóstico (8).



3.3 Prevalencia.

En un estudio previo realizado en Korea a 290 pacientes con tomografía y radiografía panorámica, se obtuvo como resultado un 29% de molares con conductos en forma de C. La morfología más común de molares con presencia de conducto radicular en C fue la de dos raíces cónicas separadas en el 52%, por el contrario, la morfología más común (85%) en molares mandibulares sin conducto en C fue de dos raíces separadas divergentes o paralelas. Se concluyó que la radiografía panorámica es una buena modalidad para detectar molares con conductos en forma de C (7).

El conducto en forma de C no es infrecuente, esto es confirmado por estudios en que la prevalencia fue de 10.6% en saudíes y 19,14% en libaneses. Aunque cifras similares no aparecen en investigaciones de molares de individuos de origen caucásico, los estudios indican que los chinos y coreanos mostraron la mayor incidencia de molares con conductos en C con 31,5% y 32,7% respectivamente. Esto indica que esta anatomía particular es más frecuente en asiáticos que en otros grupos raciales (17).

Un estudio realizado en piezas extraídas analizó las características de los sistemas de conductos en C de segundos molares mandibulares y la relación de estos con la anatomía del canal, usando radiografías con medios de contraste y tomografías, en donde, se explica que la radiografía sirve únicamente para tener pistas sobre la anatomía del conducto radicular y que la superposición de hueso vendría a convertirse en el principal factor que interfiere en la evaluación (18).

Quijano en 2016 concluyó que la prevalencia y bilateralidad del conducto en C en el Perú fue alta y la forma va cambiando a lo largo de la raíz, dentro de los



resultados sostuvo que la prevalencia fue del 40,5%, la forma del conducto en C a nivel de los tercios radiculares coronal y medio fue más frecuente para el tipo III y en apical para el tipo I. La prevalencia de la bilateralidad fue 76,6%. La mayoría (66,3%) de los segundos molares mandibulares con conductos en C, tenía orificios del conducto separado y el 33,7% orificios en forma de C completa (3).

3.4 Tomografía computarizada de haz cónico.

La CBCT denominado así por sus siglas en inglés Cone Beam Computed Tomography, se centra principalmente en el ámbito de la cirugía oral, maxilofacial, implantología y ortodoncia, sin embargo, por sus ventajas también realiza diagnósticos y manejo clínico de las alteraciones dentales comunes en otros campos (19). Los especialistas en endodoncia y periodoncia, para realizar el tratamiento de un diente fracturado, del canal mandibular o del tejido adyacente al diente, necesitan imágenes que les permitan identificar todos los detalles de la zona tratada, determinar exactamente la patología y planificar con precisión un tratamiento eficaz (20).

La CBCT, es un medio que proporciona al clínico la capacidad de observar un área en tres planos diferentes, con una herramienta práctica no invasiva y tridimensional (3D) mediante la reconstrucción imágenes (21).

Un examen clínico adecuado y el uso de la tomografía computarizada, como una herramienta de diagnóstico complementaria, es conveniente para detectar las variaciones anatómicas y establecer un correcto abordaje odontológico (22).



Bulut et al., utilizaron en su estudio un software llamado NNT viewer de la máquina CBCT (Newtom5G, QR, Verona, Italia) con un tamaño de voxel isótropo de 0,25mm, que proporcionó información completa para los dentistas sobre el número de raíces en los dientes premolares maxilares y mandibulares de una población turca (23). El Software NNT, totalmente diseñado por los ingenieros de NewTom, proporciona información precisa sobre la anatomía del paciente para varias aplicaciones clínicas y simplifica notablemente el flujo de trabajo de la clínica. NNT ofrece varios modos de aplicación específicos para implantólogos, endodoncistas, periodoncistas, cirujanos maxilofaciales y radiólogos. El software dispone de una aplicación especial para la planificación de implantes, con la que puede medirse la región anatómica (distancias y ángulos) y trazar el nervio, de manera que la planificación del tratamiento sea segura y precisa (20). También es posible controlar la densidad ósea, en escala Hounsfield, de imágenes obtenidas con exámenes CBCT. Bastan unos pocos pasos para elaborar los datos adquiridos durante la exploración y crear una amplia gama de imágenes, que pueden guardarse en informes o distribuirse usando la versión *Viewer* del software (20).

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ha sido utilizada con éxito en la odontología clínica para los implantes, para la medición de las anchuras bucolinguales y mesiodistales del diente, para la detección de materiales de obturación en el conducto radicular y postes metálicos, caries, y la relación entre el seno maxilar y la raíz (2).

Se debe considerar que, al momento no hay otra técnica para demostrar la morfología del sistema de conductos radiculares in vivo, diagnósticos más precisos de un segundo molar con conducto radicular en C pueden lograrse



usando técnicas de imágenes en tres dimensiones como la tomografía computarizada de alta resolución, así mismo, la Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) ha demostrado ser una herramienta potencialmente eficaz para el diagnóstico de esta morfología (6) (7).

Lyroutdia y cols. reconstruyeron en tres dimensiones (3-D) dos molares inferiores en forma de C utilizando una serie de cortes transversales de 1 mm de espesor, pero el intervalo y la resolución de escaneado eran insuficientes para analizar la delicada configuración del sistema de canales (15,24).

En los últimos años, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se ha aplicado para evaluar la anatomía del canal radicular en 3-D debido su alta resolución y no-destrucción de la muestra (24).

La tomografía computarizada de haz cónico(CBCT), también conocida como la tomografía volumétrica dental, es un método no invasivo que no destruye la muestra investigada. Este método se ha convertido en una herramienta popular para investigar la anatomía del conducto radicular, ya que permite la visualización de detalles finos en proyección de imagen tridimensional sin ruido visual, y también permite la visualización de la superposición de estructuras adyacentes. Como tal, la CBCT representa un método muy útil para la evaluación de la morfología interna radicular en bien conservada (25).

La Tomografía CBCT utiliza un haz muy fino que gira alrededor del paciente adquiriendo finos cortes axiales con cada rotación. Con el fin de crear una sección anatómica deben hacerse muchas rotaciones. Durante estas rotaciones repetidas, el tradicional TC emite una dosis alta de radiación, y se produce una pérdida de información entre rotaciones. Por lo tanto, el software debe unir las



imágenes y calcular lo que le falta. La Tecnología de Haz Cónico 3D utiliza un haz en forma cónica para adquirir toda la imagen en una exploración mediante una sola rotación. El resultado es una imagen más precisa, sin pérdida de información y con una considerable menor exposición a la radiación. La Academia Americana de Radiología Oral y Maxilofacial (AAOMR) recomienda el uso de imágenes de Haz Cónico en 3D para la evaluación periodontal, evaluación de los implantes y en pacientes de cirugía oral/maxilofacial (20).

En el CBCT se pueden obtener los siguientes cortes: puntos de contacto, transectal, axial, frontal y sagital. La CBCT en la actualidad representa el "gold standard" en la identificación de la anatomía del conducto radicular y se ha utilizado progresivamente durante el último año de estudios detallados de la morfología interna de la raíz (25).

Las especificaciones técnicas indican Fuente de rayos X de alta frecuencia, Generador de alta frecuencia, tubo de rayos X con ánodo giratorio Mancha focal 0.3 mm. Control exposición SafeBeam™ para reducción de la exposición en función del tamaño del paciente. Sensor Flat panel de silicio amorfo. Niveles de gris 16-bits. Tiempo de exploración 3D 15s (típico). Tiempo de emisión 3D 0.9s ÷ 4.3s. Tiempo de reconstrucción Menos de un minuto. Técnica de captación Sharp 2D. Imágenes panorámica y cefalométricas AP/PA/LL. Tiempo de emisión 2,4s. Técnica de captación CineX Secuencia de radiografías 1-36s. Campo de vista 17x19 cm (WxH). Posición del paciente De pie, sentado o en silla de ruedas. Peso Unidad de exploración 377 kg, control box 95 kg. Software NNT. Alimentación 15A @ 100/115V~, 12.5A @ 200V~, 10A @ 220/230/240V~, 50/60Hz. Opciones del tamaño del Vóxel estandar (µm): 200 ÷ 300 µm. Tamaño



voxel disponibles: HiRes 100 ÷ 150 μ m Tamaño FOV – DxH: cm 24x19, 16x16, 15x12, 15x5, 12x8, 10x10, 10x5, 8 x 8, 8 x 5, 5 x 5 (20).

3.5 Reconstrucción panorámica.

Andy Temmerman en 2010 cita a Numata (1933) y Paatero (1949), quienes indican que la introducción de la radiografía panorámica fue el mayor avance en la imagen oro dental, hoy en día, sigue siendo uno de los exámenes radiográficos dentales más comúnmente usados en odontología (26).

En cuanto a la exactitud en el diagnóstico, uno de los estudios más famosos es el de Estrela en 2008 (27), quien compara la CBCT con la panorámica y la radiografía periapical para el diagnóstico de lesiones periapicales crónicas, en donde la sensibilidad de la radiografía periapical fue de 0,55 y de la panorámica 0,28. Se encontraron valores de alta especificidad para todos los grupos de dientes, que van desde 0,96 a 1,00 (27). Los valores predictivos positivos mostraron alta probabilidad de un diagnóstico, que indica que un diente tenía realmente lesión periapical (rango de VPP: 0,96; 1,00) (27). Los valores predictivos negativos fueron significativamente más bajos, que van desde 0,35 a 0,65 (27). Esto significa una muy baja probabilidad de un diagnóstico negativo, indicando una ausencia real de lesión periapical, especialmente en incisivos y molares con radiografías panorámicas (0,35 y 0,35, respectivamente) (27).

El total de precisión fue de 0.70 y 0.54 para periapicales y las radiografías panorámicas, respectivamente (27). Exactitud de las radiografías periapicales fue significativamente mayor que el de las radiografías panorámicas ($P= 0.05$), que significa que las radiografías periapicales fueron más exactas que las



panorámicas para identificar o excluir la presencia de una lesión periapical (27). En piezas con periodontitis severa con características de exacerbación, luego de aplicar la curva ROC, el área bajo la curva (AUC) correspondió a 0,90 para la radiografía periapical y 0,84 para la panorámica (27).

En otro estudio que compara la exactitud en el diagnóstico de la CBCT y la radiografía panorámica para medir la relación topográfica entre el canal mandibular y terceros molares impactados, la sensibilidad y especificidad de la CBCT fue de 93% y 77%, y de 70% y 63% para la radiografía panorámica respectivamente (28).

Si bien la mayoría de estudios hablan de la exactitud, Temmerman habla sobre las discrepancias entre la CBCT y la radiografía panorámica, en donde, el promedio de discrepancia fue de 2,9 mm (SD: 1,8 mm; IC 95%: 2,57-3,12 mm); en otras palabras, si una radiografía panorámica muestra una distancia mesio distal de hueso disponible de 6 mm, probablemente con la CBCT esta medirá 8,9 mm (26).

NewTom VGi evo, permite obtener un conjunto completo de imágenes 2D altamente detalladas útiles como screening diagnóstico para planificar tratamientos o para controles postoperatorio, utilizando las herramientas del software NNT (20).

Respecto al pseudopanorámico (PANOREX) que normalmente se obtiene con los CBCT, la innovadora función SHARP 2D proporciona una panorámica donde también son visibles las estructuras anatómicas periféricas. Además, se mantienen las mismas relaciones de magnificación y perpendicularidad



características de las panorámicas convencionales, y por lo tanto los mismos criterios de evaluación diagnóstica (20).

3.6 Evidencia del ángulo obtenido.

Consiste en la propuesta creada por el autor de esta investigación, intenta determinar un punto de corte que indique el grado de convergencia radicular que pueda predecir la existencia de un segundo molar con conducto en C.

Nació como respuesta a la búsqueda de un método alternativo de diagnóstico accesible en las poblaciones que no cuentan con servicio tomográfico y que si disponen de centros radiológicos con estudios panorámicos y periapicales. La idea inicial fue hacer un estudio comparativo de prevalencias, a futuro buscar asociaciones causales y factores de riesgo.

Lleva el nombre “evidencia” debido a que, si bien, en estudios previos como el de Jung (7), permiten predecir la presencia de un segundo molar con conducto radicular en C, a través de la radiografía panorámica, este utiliza métodos altamente subjetivos y poco comprobables, mientras que al utilizar un trazo sobre la radiografía panorámica, contamos con una prueba o “evidencia” que nos permita hablar con propiedad y seguridad al momento de dar un diagnóstico previo al inicio de un tratamiento, tal como lo hiciera Steiner al utilizar trazos para el diagnóstico de maloclusiones en ortodoncia (29).

Un ángulo es la parte del plano que se encuentra entre dos semirrectas que tienen el mismo origen o extremo. El extremo común es el vértice, y las dos semirrectas son los lados del ángulo (30). El objetivo del ángulo obtenido, cuyo vértice se localiza en el centro del borde oclusal radiográfico y sus lados corresponden a los ápices radiográficos, es medir el grado de convergencia que



poseen las raíces del molar, pues según Jung, las anatomías asociadas a conducto radicular en C son las raíces cónicas separadas con o sin trabeculado en la radiografía panorámica, sin embargo, al revisar el estudio se observa que 11,1% de los segundos molares con conducto radicular en C pertenecen a otro tipo de anatomía (raíces paralelas) (7), además, a ciencia cierta, no se podría diferenciar las morfologías planteadas sin un entrenamiento previo, hecho que vuelve subjetivo al método.

La prueba comenzó denominándose Evidencia de Ángulos Opuestos y usaba 2 ángulos trazados desde las conexiones amelo cementarias, lamentablemente luego de realizar los pilotajes a dichos trazos, sus resultados no fueron satisfactorios (Sensibilidad 73,08%; Especificidad 55,56%; Índice de validez 61,97; Índice de Youden 0,29).

En la actualidad se usa un solo ángulo cuyo vértice se localiza en el centro del borde oclusal del segundo molar y sus lados en cada ápice de la misma pieza dental, volviendo más rápida y objetiva la prueba, pues, el límite amelo cementario no siempre se observa de una manera adecuada en una radiografía panorámica.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Validar la técnica “evidencia del ángulo obtenido” (EAO), en radiografías panorámicas para el diagnóstico segundos molares mandibulares con conducto radicular en C.



4.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar a la población de acuerdo al sexo y la edad.
2. Identificar segundos molares mandibulares con conducto radicular en C mediante CBCT.
3. Identificar los segundos molares mandibulares con conducto radicular en C mediante la técnica EAO en radiografías panorámicas.
4. Verificar la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, razón de verosimilitud positiva y negativa e índice de Youden con sus respectivos intervalos de confianza de la técnica EAO en radiografías panorámicas para diagnóstico de segundos molares mandibulares en C; en relación a la CBCT.

5. Hipótesis

5.1 Hipótesis de trabajo.

La técnica EAO aplicada a radiografías panorámicas para el diagnóstico de segundos molares con conducto radicular en "C" tiene una sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, índice de validez, índice de Youden, razón de verosimilitud positiva y razón de verosimilitud negativa similar a la CBCT.

6. Métodos

6.1 Diseño del estudio

Se realizó un estudio de pruebas diagnósticas



6.2 Universo

El universo estuvo constituido por 302 expedientes odontológicos con informe de tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) del centro radiográfico Radiodiagnóstico Oral y Tomografía Máxilo Facial de la ciudad de Cuenca correspondientes al período marzo-agosto 2016.

6.3 Muestra

La muestra calculada fue de 186 unidades de estudio, dato obtenido en el programa epidat 3.1 con un valor esperado de sensibilidad del 99.9% - 20% especificidad de 99,99% - 80% de acuerdo al estudio de Domínguez 2013 (31), con una prevalencia de enfermedad de 2,7% correspondiente al menor valor de prevalencia del molar con conducto radicular en C reportado por Jin en 2006 (2), el nivel de confianza de 95% y una potencia de 80%.

Sin embargo, se trabajó con la totalidad del universo, donde se consiguieron 303 expedientes odontológicos con informe de CBCT, con los cuales se realizó una selección por conveniencia, consecutiva, obteniéndose 198 expedientes que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión.

6.4 Criterios de inclusión

Se incluyeron expedientes odontológicos con informes de tomografías computarizadas de haz cónico que presentan dentro del archivo su respectiva reconstrucción panorámica, obtenidas de individuos mayores de 12 años, de ambos sexos, recolectados en el centro radiográfico “Radiodiagnóstico Oral y Tomografía Máxilo Facial” de la ciudad de Cuenca en el período enero de 2014 a diciembre de 2016.



Fueron incluidos los expedientes con CBCTs que tuvieron al menos un segundo molar mandibular y fueron obtenidas por cualquier motivo de diagnóstico ajeno a este estudio.

6.5 Criterios de exclusión

Se excluyeron los expedientes odontológicos que presentaron CBCTs con imágenes de segundos molares mandibulares con ápice inmaduro.

Fueron excluidos los expedientes odontológicos con CBCTs que presentaron segundos molares con evidencias de tratamiento endodóntico previamente iniciado o completo.

Tomografías que presentaron signos de fractura del segundo molar mandibular, resto radicular o con diagnóstico de extracción indicada del mismo.

6.6 Variables

Las variables del estudio fueron: edad, sexo, diagnóstico radiográfico y diagnóstico tomográfico (Anexo 1).

6.7 Aspectos éticos

El proceso de investigación se realizó con base en la carta de acuerdo de Helsinki.

Para garantizar los aspectos éticos se emplearon tomografías que fueron tomadas por otros motivos diagnósticos, y no se realizó ninguna tomografía por la sola razón de participar en este estudio.



Se envió una solicitud al director del centro radiológico “Radiodiagnóstico Oral y Tomografía Maxilofacial” Dr. Juan Hermida, para realizar la investigación (Anexo 2).

El sigilo de los datos personales se mantuvo en esta investigación cuando se asignó un código a cada registro odontológico con CBCT por parte del director del centro radiológico, debido a esto, los miembros del equipo de investigación trabajaron sin conocer los datos de identificación del individuo al momento del análisis.

Las tomografías de diagnóstico utilizadas en este estudio no fueron sometidas a modificación alguna para esta investigación, ya que los datos ocupados fueron los mismos que los requeridos por el Odontólogo remitidor, por lo que garantizamos que ningún individuo corrió algún riesgo adicional a los relacionados con el procedimiento.

Los resultados de esta investigación serán utilizados para la tesis de Maestría de Investigación en Salud de la Universidad de Cuenca del Od. Esteban Astudillo Ortiz. Una copia del artículo final de este trabajo será entregada al director del Centro “Radiodiagnóstico Oral y Tomografía Máxilo Facial” y subida al repositorio de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca.

6.8 Pilotaje

Como primer paso realizó una prueba piloto con 37 estudios tomográficos de una base de datos particular del investigador, diferente a la del presente estudio, donde se obtuvo un punto de corte de 6,9° el cual se utilizó como valor diagnóstico en las radiografías panorámicas y obtuvo valores próximos a los de



la CBCT. De la misma forma, se utilizó el punto de corte del pilotaje en la muestra del presente estudio para validar sus resultados.

6.9 Adquisición de los expedientes odontológicos con CBCT

Al momento de conseguir la totalidad de tomografías el director del centro radiológico entregó la base de datos al equipo de investigación en un disco duro, donde los registros de identificación fueron sustituidos por un código que se asignó a cada registro tomográfico de acuerdo al orden de participación.

Todas las imágenes CBCT fueron obtenidas por el tomógrafo NewTom VGi evo (Verona-Italia), con tamaño voxel isótropo de 0,15mm; un campo de visión (field of view – FOV) de 16x16cm y un tiempo de exposición de 15 segundos.

6.10 Adquisición de las reconstrucciones panorámicas

Cada archivo de CBCT presentó una reconstrucción panorámica realizada por el director del centro tomográfico, mediante el *software* “NNT viewer 5.6” usó la herramienta “*new panoramic section*” sobre un corte axial mandibular, a través del cual se realizó un trazo que cubrió el borde más posterior de la rama ascendente del maxilar inferior del lado izquierdo, hasta el borde más posterior de la rama ascendente del lado opuesto, pasando por la parte media de cada una de las piezas dentales en su trayecto. Este proceso generó una reconstrucción panorámica en 2 dimensiones, a partir de la CBCT, con una proporción de 1:1 de las estructuras observadas, se mantienen las mismas relaciones de magnificación y perpendicularidad características de las panorámicas convencionales, y por lo tanto los mismos criterios de evaluación diagnóstica (20).



6.11 Evaluación de las reconstrucciones panorámicas

Las imágenes se analizaron mediante el software NNT Viewer 5.6; en un monitor HPLV1911 con una resolución de 1.366x768 pixeles en un cuarto oscuro. Se ajustó el contraste y brillo del computador hasta obtener una imagen óptima. Todas fueron revisadas entre las 8 y 10am para prevenir alguna influencia del cansancio, tal como se recomienda en el estudio de Quijano en 2016 (3).

El presente análisis fue el primero en llevarse a cabo, previo al de las CBCT y la unificación de datos. Un observador, especialista en endodoncia y Docente del Posgrado de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca, fue capacitado en diagnóstico de segundos molares con conducto radicular en C en tomografías de una base de datos particular diferente a la del estudio, fue calibrado, se mantuvo completamente ajeno al estudio y sin conocimiento de los objetivos de la investigación colaboró en la medición sin recibir remuneración.

6.12 Procedimientos técnicos (EAO)

Todas las reconstrucciones panorámicas fueron evaluadas por el mismo observador, al que se realizó el análisis de concordancia en el pilotaje, con unidades de estudio diferentes a las de la muestra, al ser variables cuantitativas se utilizó el coeficiente de correlación intraclase, éste reveló una muy buena concordancia inter observador entre un miembro del equipo investigador y el observador de la reconstrucción panorámica con un valor 0,975 (IC95%: 0,951; 0,988) ($p=0,000$), y el intra observador con intervalo de un día 0,969 (IC95%: 0,940; 0,984) ($p=0,000$) (32). El observador utilizó el software NNT Viewer versión 5.6 y mediante la herramienta "*show angles toolbar*" ubicó el vértice del

ángulo en el centro del borde oclusal radiográfico de la corona del segundo molar mandibular en la radiografía panorámica, sus lados terminaron en la parte más prominente del ápice de la raíz mesial y distal (Imagen 1).



Imagen 1: Reconstrucción panorámica con la técnica EAO. Pieza 4.7 con conducto en C (EAO= 4,4°). Pieza 3.7 sin conducto en C (EAO= 9,9°). Programa *NNT viewer 5,6*

El valor del ángulo en grados se denomina “Evidencia del Ángulo Obtenido” y se registró en el formulario de estudio radiográfico (Anexo 3). El observador registró el sexo y la edad en base a la información detallada en el archivo CBCT con el mismo nombre. En la pregunta “molar en C pieza 37” respondió “sí” cuando el valor del ángulo, de la pieza dental identificada como izquierda en la reconstrucción panorámica, fue igual o menor a 6,9 (punto de corte del pilotaje); “no” cuando el valor fue superior a 6,9 y “no aplica” cuando el molar no se encontraba en boca o no cumplía los criterios de inclusión y exclusión. Estos datos permitieron obtener resultados con el punto de corte obtenido en el pilotaje. Además, se registró el valor de cada ángulo, para posteriormente crear un punto de corte con esa información, y someterlo a validación.



6.13 Análisis del estudio tomográfico (estándar dorado)

Luego de haber sido revisadas todas las reconstrucciones tomográficas, otro observador, especialista en diagnóstico por imágenes buco-maxilo-facial y Docente de Radiología en la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca, previamente entrenado, completamente ajeno al estudio, sin conocimiento de los objetivos del mismo y sin remuneración, fue sometido a pruebas de concordancia, al tratarse de variables cualitativas se analizaron con el coeficiente Kappa de Cohen, tanto inter observador como intra observador con intervalo de un día y ambas obtuvieron el valor de 1= casi perfecta (21). Este observador, utilizando el software NNT Viewer 5.6; en un monitor HPLV1911 con una resolución de 1.366x768 pixeles en un cuarto oscuro, entre las 8 y las 10 am, recibió una tomografía marcada con un código de identificación, revisó el corte axial de la CBCT, se realizó un barrido en sentido cérvico apical para evaluar las características anatómicas de los segundos molares mandibulares en el inicio de los tres tercios radiculares: coronal, medio y apical; de manera similar a lo hecho por Quijano en 2016 (3).

Para identificar la presencia de un conducto en C se debió cumplir 2 criterios. En primer lugar, se identificó la presencia de la hendidura en la que conecta los conductos mesiales y distales de la raíz. En segundo lugar, que estos presenten la forma de C, tal como hizo Jung en 2010 (Imagen 2) (7).

Al confirmar la presencia de un conducto en C marcó positivo en el formulario de estudio tomográfico de acuerdo a lo indicado en el instructivo para llenar el formulario para estudio tomográfico (Anexo 4).



Imagen 2: Corte Axial CBCT. Pieza 3,7 y 4.7 conducto en C (Presenta hendidura y presenta forma de C. Programa NNT viewer 5,6.

6.14 Unificación de datos

Un miembro del equipo de investigación recogió los datos de los formularios previos y llenó un tercero, que contiene los datos generales como el código de identificación, edad y sexo; pero además unificó los registros de los formularios anteriores correspondientes a presencia de molar en C, en el formulario de estudio tomográfico, y valor EAO del formulario de estudio radiográfico (Anexo 5). En caso de presentarse discrepancias en cuanto a edad y sexo se revisó la CBCT para registrar el dato correcto, y en casos de inconsistencias de los otros datos, se revisó la captura hecha por el observador a la medición, debiendo aclarar, que, en ninguno de los casos, se modificó registro alguno de los formularios, hecho que se puede corroborar en la fecha y hora marcadas en los formularios y las capturas de las mediciones.



6.15 Análisis estadístico

Los datos obtenidos en los registros odontológicos con CBCT fueron sometidos al análisis estadístico descriptivo de acuerdo al sexo y la edad. En la variable edad se utilizó como medida de tendencia central a la mediana, debido a que las distribuciones fueron asimétricas, y como medida de dispersión el rango intercuartílico (33). Se cruzaron las variables edad y sexo, fueron analizados de acuerdo a la mediana, máximo, mínimo y percentiles.

Se realizó el análisis de los datos obtenidos por los formularios de estudio con respecto a la CBCT, considerada como estándar dorado para diagnosticar segundos molares mandibulares con conducto radicular en C, se revisó frecuencias y su relación con sexo y ubicación.

En el presente estudio se generó un nuevo punto de corte con las 283 unidades muestrales, para eso se utilizó el método de cálculo de cuantiles y la técnica del tercer cuartil (34), el punto de corte consistió en el percentil 75 de todos los ángulos medidos en las reconstrucciones panorámicas de las unidades muestrales consideradas como portadoras de conducto radicular en forma de C por la CBCT.

De la misma manera se realizó el análisis de los datos obtenidos por los formularios de estudio con respecto a la EAO, con el punto de corte proveniente de las 283 unidades analizadas, para diagnosticar segundos molares mandibulares con conducto radicular en C en las reconstrucciones panorámicas, también se revisó frecuencias y su relación con sexo y ubicación.

Se realizó una tabla de 2x2 con el punto de corte obtenido, donde se clasificaron todos los ángulos de la reconstrucción panorámica según el diagnóstico dado



por la CBCT, es decir diagnóstico positivo de CBCT de segundo molar con conducto radicular en C y negativo de CBCT con su respectivo valor EAO, todos los valores del Diagnóstico positivo CBCT iguales o menores a 5,4 se clasificaron como verdaderos positivos y todos los valores mayores a 5,4 como falsos positivos; así mismo, todos los valores de diagnóstico negativo CBCT iguales o menores a 5,4 se consideraron falsos negativos y los valores EAO mayores a 5,4 verdaderos negativos.

Todos los procedimientos antes mencionados se realizaron mediante el programa para computador, SPSS Statistics versión 15 (IBM Corporation, Armonk, NY, EEUU).

Posteriormente, con la información de la tabla 2x2 se utilizó el programa epidat 3.1 (Xunta de Galicia-Organización Panamericana de la Salud) para realizar pruebas diagnósticas, en donde, se ubicó la herramienta métodos, se seleccionó la opción pruebas diagnósticas y pruebas simples. En la casilla “a” se ubicaron los valores correspondientes a verdaderos positivos, en la “b” falsos positivos, en la “c” falsos negativos y en la “d” verdaderos negativos

7. Resultados

7.1 Análisis descriptivo

En el presente estudio se incluyeron 198 expedientes odontológicos con CBCT, 58,6% correspondieron al sexo femenino y 41,4% al masculino (Tabla1).



TABLA 1.- Unidades de estudio de acuerdo al sexo. 2016.

	Número	Porcentaje
Femenino	116	58,6%
Masculino	82	41,4%
Total	198	100%

Fuente: Formularios

Con respecto a la edad registrada en las unidades de estudio se tuvo una mediana de 34 años con un rango intercuartílico (IQR) de 22 años, una edad mínima de 12 y una máxima de 70 (Tabla 2).

TABLA 2.- Unidades de estudio de acuerdo a la edad. 2016

Unidad	Hombre	Mujer	Total
N	82	116	198
Mediana Edad	38	34	34,50
Edad Mínima	14	12	12
Edad Máxima	70	68	70
Edad Percentil 25	25	25	25
Edad Percentil 75	49	45	47

Fuente: Formularios

Una vez revisados los expedientes odontológicos se analizó cada CBCT, considerada el estándar dorado, y se diagnosticó como portadores de conducto radicular en forma de C al 33% de unidades estudiadas (Tabla 4).

TABLA 3.- Conducto en C con CBCT. 2016.

		Frecuencia	Porcentaje
Conducto en C	No	233	66,95
	Si	115	33,05
	Total	348	100,0

Fuente: Formularios



De acuerdo al CBCT, con respecto al sexo, los expedientes pertenecientes al sexo femenino presentaron una mayor prevalencia de segundos molares con conducto radicular en C, correspondiendo al 78,24% del total de segundos molares con conducto en C (Tabla 5).

TABLA 4.- Conducto en C con CBCT de acuerdo al sexo. 2016.

Sexo	Molar en C CBCT			
	Si	Porcentaje	No	Porcentaje
Hombre	25	7,18	120	34,49
Mujer	90	25,86	113	32,47
Total	115	33,05	233	66,95

Fuente: Formularios

Con respecto a la prevalencia por cuadrante, los molares mandibulares, del lado izquierdo y el derecho, según la CBCT presentan el 33% de los segundos molares mandibulares independientemente del lugar en donde se encuentren (Tabla 5 y 6).

TABLA 5.- Conducto en C con CBCT cuadrante izquierdo (pieza 37). 2016.

		Frecuencia	Porcentaje
Validos	No	112	66,67
	Si	56	33,33
	Total	168	100,0

Fuente: Formularios

TABLA 6.- Conducto en C con CBCT cuadrante derecho (pieza 47). 2016.

		Frecuencia	Porcentaje
Valido	No	121	67,2
	Si	59	32,8
	Total	180	100,0

Fuente: Formularios



7.2 Obtención del punto de corte 5,4

Una vez revisadas las 348 reconstrucciones panorámicas se obtuvo como mediana 4,10° (IQR= 2,50) de los ángulos medidos en 115 segundos molares que presentaron conducto radicular en C según la CBCT, el punto de corte obtenido para la EAO fue 5,40° (Tabla 7).

TABLA 7.- Valor de la EAO en grados, obtenidos de los segundos molares mandibulares con conducto radicular en C y sin conducto radicular en C. 2016.

	C	Sin C
Número	115	233
Mediana °	4,10	9,30
Mínimo °	0,40	2,50
Máximo °	15,10	24,70
Percentil 25	2,90	7,10
Percentil 50	4,10	9,30
Percentil 75	5,40	12,40

Fuente: Formularios

Mediante la EAO aplicada a las reconstrucciones panorámicas se obtuvieron resultados similares a los de la CBCT en cuanto a porcentajes de segundos molares portadores de conducto radicular en C (Tabla 8), de igual manera con respecto a la ubicación, manteniéndose el porcentaje de 33% en ambos casos. Con respecto a la distribución por sexo existe una variación en donde se tiene únicamente un diagnóstico positivo de 3,45% para el sexo masculino (Tabla 9).

TABLA 8.- Conducto en C con EAO. 2016.

		Frecuencia	Porcentaje
Conducto en C	No	230	66,09
	Si	118	33,91
	total	348	100,0

Fuente: Formularios



TABLA 9.- Conducto en C con EAO de acuerdo al sexo. 2016.

Sexo	Molar en C EAO			
	Si	Porcentaje	No	Porcentaje
Hombre	12	3,45	57	16,38
Mujer	106	30,46	173	49,71
Total	118	33,91	230	66,09

Fuente Formularios

TABLA 10.- Conducto en C con EAO lado izquierdo (pieza 37). 2016.

		Frecuencia	Porcentaje
		No	Si
Validos	No	111	66,07
	Si	57	33,93
	Total	168	100,0

Fuente: Formularios

TABLA 11.- Conducto en C con EAO lado derecho (pieza 47). 2016.

		Frecuencia	Porcentaje
		No	Si
Validos	No	119	66,11
	Si	61	33,89
	Total	180	100,0

Fuente: Formularios



A través del punto de corte 5,4° se realizó una tabla de 2x2 en donde se contabilizaron 87 verdaderos positivos y 28 falsos positivos diagnosticados como segundos molares con conducto radicular en C mediante la EAO, así mismo, 31 falsos negativos y 202 verdaderos negativos diagnosticados como segundos molares mandibulares sin conducto radicular en C (Tabla12).

TABLA 12.- Diagnóstico de conducto en C en 348 segundos molares mandibulares de acuerdo a CBCT y EAO con el punto de corte 5,4. 2016.

		CBCT		Total
		C	Sin C	
EAO	C	87	28	115
	Sin C	31	202	233
Total		118	230	348

Fuente: Formularios

Como se visualiza en la Tabla 13, el diagnóstico de segundos molares mandibulares con conducto radicular en C, mediante la EAO, presenta una sensibilidad de 73,73%, es decir, la proporción de unidades muestrales que según la CBCT poseen conducto radicular en C y fueron identificadas por la EAO como segundos molares mandibulares “con conducto radicular en C”. La proporción de unidades libres de conducto en C, definida por la CBCT, a los que la EAO identificó como “sin C”, es decir, la especificidad, fue del 87,83%. De esta manera, el 83,05% de segundos molares mandibulares fue diagnosticado correctamente, demostrado esto mediante el índice de validez (Tabla 13) (35).

El valor predictivo positivo fue del 75,65%, es decir, segundos molares diagnosticados por la EAO como portadores de conducto radicular en C y que



fueron confirmados por la CBCT, mientras que el valor predictivo negativo fue del 86,70% de los molares diagnosticados “sin C” y que tampoco presentó esta anomalía anatómica en el estándar de referencia. La eficiencia de la EAO sobre radiografías panorámicas fue del 62%, dato obtenido mediante el índice de Youden (Tabla 13) (35).

Según la razón de verosimilitud positiva, los molares diagnosticados con conducto radicular en C por la CBCT tienen 6,06 veces más probabilidades de ser diagnosticados correctamente mediante la EAO que los que no poseen esta configuración, mientras que, según la razón de verosimilitud negativa, los molares diagnosticados como “sin conducto radicular en C” por el estándar dorado tienen 0,3 veces más posibilidades de ser diagnosticados como portadores de conducto radicular en C por la EAO a pesar de no poseerlo. La inferencia de prevalencia fue del 34% (Tabla 13) (36).

TABLA 13.- Pruebas diagnósticas EAO punto de corte 5,4 grados. 2016.

Prueba	Valor	IC (95%)	
Sensibilidad	73,73	65,36	82,09
Especificidad	87,83	83,38	92,27
Validez	83,05	78,96	87,13
VP+	75,65	67,37	83,93
VP-	86,70	82,12	91,27
Prevalencia	33,91	28,79	39,03
Youden	0,62	0,53	0,71
RV+	6,06	4,21	8,71
RV-	0,30	0,22	0,41

Fuente: Formularios

Con respecto a la curva operador receptor (ROC) se obtuvo un área bajo la curva (ABC) de 0,80 (ee: 0,02) (IC 95%: 0,76; 0,85), considerando a la EAO con el punto de corte 5,4 como un test bueno (Gráfico 1) (36).

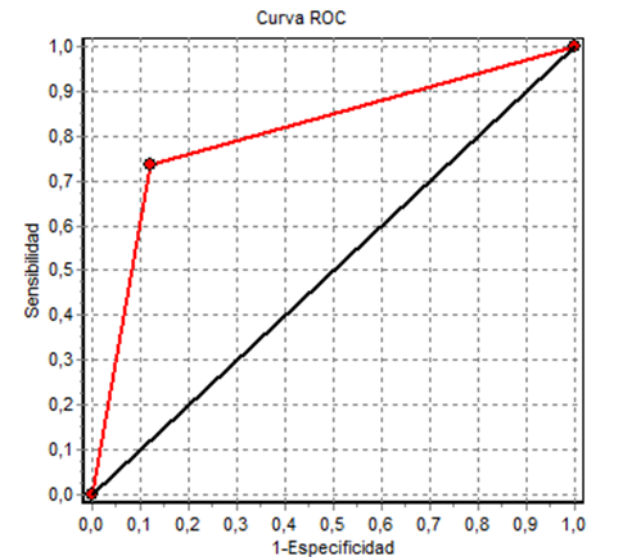


Gráfico 1: Curva ROC EAO punto de corte 5,4 grados
Fuente: Epidat versión 3.1

8. Discusión

La “evidencia del ángulo obtenido”, con el punto de corte de 5,4° alcanzado en este estudio, demostró mejores resultados con respecto a la sensibilidad, especificidad, índice de validez, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, índice de Youden, razón de verosimilitud positivo, razón de verosimilitud negativo y área bajo la curva que el punto de corte 6,9° conseguido en el estudio piloto previo, esto se podría atribuir a la mayor cantidad de unidades muestrales revisadas.

El conducto radicular en forma de C y su relación con la conicidad ha sido ampliamente estudiada (3, 7, 8, 9, 10), pero cabe destacar que la metodología empleada en dichos estudios carece de objetividad y requiere una gran experticia



para poder interpretar sus analogías gráficas y descriptivas, razón por la que se ve limitada su aplicación al intentar obtener un diagnóstico claro y conciso.

En el año 2010 Jung y cols. presentaron un estudio de pruebas diagnósticas, en el cual se intentó encasillar a las anatomías de los segundos molares mandibulares de acuerdo a seis gráficos correspondientes a las morfologías radiculares más prevalentes, de estos, 4 configuraciones podían predecir la presencia de conducto radicular en C con resultados superiores a la EAO en cuanto a sensibilidad (89%), especificidad (87%), valor predictivo positivo (74%) y valor predictivo negativo (95%) que podrían atribuirse a la menor cantidad de segundos molares analizados (311), a que no existió un cálculo muestral, calibración previa de la técnica, así mismo, no se detallan resultados de una correlación previa de los observadores; por lo que, el método planteado se llena de subjetividades y carece de aplicabilidad y reproducibilidad, pues, al hablar de convergencia o divergencia se excluyen casos de raíces paralelas y la interpretación puede ser variada de un profesional a otro (7).

En el pilotaje de este estudio, se utilizó un punto de corte de 6,9 grados, en donde se alcanzó valores superiores al presente estudio como: sensibilidad 89,66 (IC 95%: 75,85; 100,00), especificidad 93,33 (IC 95%: 84,93; 100,00), índice de validez 91,89 (IC 95%: 85,00; 98,79), valor predictivo positivo 89,66 (IC95%: 76,85; 100,00), valor predictivo negativo 93,33, prevalencia de 39,19 (IC95%: 27,39; 50,99), índice de Youden de 0,83 (IC95%: 0,70; 0,96), razón de verosimilitud positivo 13,45 (IC95%: 4,48; 40,41), razón de verosimilitud negativo 0,11 (IC95%: 0,04; 0,32), área bajo la curva ROC 0,91 (IC95%: 0,84; 0,98), los altos valores probablemente se deban al azar, a que no se realizó cálculo ni



selección muestral y a que se utilizó solo 74 muestras que corresponden alrededor del 21% de muestras utilizadas en el presente estudio.

Según Jin en 2006 en la literatura existente no se especifica una manera de diagnóstico precisa y confiable, ya que la subjetividad se asocia a los términos utilizados, no todos los molares mandibulares con raíces convergentes poseen conductos en C, ni todas las raíces paralelas o divergentes las privan (1).

La prevalencia de segundos molares mandibulares con conducto radicular en C encontrada en esta investigación es menor a la de otros estudios: en países de la región como el de Quijano (40,5%) en Perú (3); y en otros países, como en los estudios de: Jin (44,5%) en Korea (2), Zheng (39%) en China (37); similar a la de Seo y Park (32,7%) en Korea (38), Yang (31,5%) en China (39), y, superior a los resultados obtenidos por otros investigadores tales como Haddad (19,1%) en Líbano (17) y Gulabivala (10,9%) en Tailandia (40).

Dentro de las limitaciones del presente estudio se puede indicar que, a pesar de que según el fabricante del tomógrafo Newtom Vgi evo se indica que no existen diferencias entre la reconstrucción panorámica y la radiografía panorámica (20), tampoco es posible aseverar que sean idénticas; y, ante la posibilidad de generar conflictos éticos al intentar adquirir una radiografía panorámica o periapical por el solo hecho de mejorar la fidelidad del estudio, se optó por usar la reconstrucción panorámica como la mejor alternativa para viabilizar el estudio.

Dentro de este mismo tema, cabe recalcar que el estándar diagnóstico para explorar la morfología de un segundo molar mandibular, y confirmar la configuración de conducto en C y sus diferentes clasificaciones, es mediante la micro tomografía computarizada (micro CT) *in vitro*, o mediante diafanización en



piezas extraídas, sin embargo, se utilizó la mejor opción diagnóstica para trabajar *in vivo* (6), dejando abierta así la posibilidad de que futuros estudios puedan aplicar las demás alternativas.



9. Conclusiones

La técnica “Evidencia del Angulo Obtenido” (EAO) con el punto de corte $5,4^\circ$ aplicada a reconstrucciones panorámicas es una técnica válida, sensible y eficaz, para el diagnóstico de segundos molares con conducto radicular en “C”.

El 58,6% de la población estudiada correspondió al sexo femenino, mientras el 41,4% al masculino; la mediana de edad de la muestra fue de 34,50 años.

Mediante CBCT se identificaron 33,05% de segundos molares mandibulares con conducto radicular en C, mientras que, con la EAO con el punto de corte $5,4^\circ$ se diagnosticaron como portadores de conducto en C al 33,91% de segundos molares mandibulares.

La probabilidad de que un segundo molar mandibular obtenga un valor EAO igual o menor a $5,4^\circ$ y presente conducto en C es de 75,65% (valor predictivo positivo).

La probabilidad de que un valor de EAO mayor a $5,4^\circ$ se encuentre en un segundo molar mandibular sin conducto en C es del 86,70% (valor predictivo negativo).



10. Referencias Bibliográficas

1. Cooke G, Cox F. C-shaped canal configurations in mandibular molars. JADA. 1979 noviembre; 99(1).
2. Jin GC, Lee SJ, Roh BD. Anatomical Study of C-Shaped Canals in Mandibular Second Molars by Analysis of Computed Tomography. Journal of Endodontics. 2006 enero; 32(1).
3. Quijano S. Sistema de conducto radicular en forma de C en segundas molares mandibulares evaluados por tomografía cone beam. Revista Estomatológica Herediana. 2016 enero; 26(1).
4. Amoroso-Silva P, Ordinola-Zapata R, Duarte M, Gutmann J, del Carpio-Perochena A, Bramante C, et al. Micro-computed Tomographic Analysis of Mandibular Second Molars with C-shaped Root Canals. Journal of Endodontics. 2015 junio; 41(6).
5. Pineda F, Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roetgenographic investigation of 7275 root canals. Oral Surg. 1972 enero; 33(1).
6. Robinson S, Czerny C, Gahleitner A, Bernhart T, al e. Dental CT evaluation of mandibular first premolar root configurations and canal variations. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2002 Marzo ; 93.
7. Jung HJ, Lee SS, Huh KH, Yi WJ, Heo MS, Choi SC. Predicting the configuration of a C-shaped canal system from panoramic radiographs. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2010 enero; 109(1).
8. Sinanoglu A, Helvacioğlu-Yigit D. Analysis of C-shaped Canals by Panoramic Radiography and Cone-beam Computed Tomography: Root-type Specificity by Longitudinal Distribution. Journal of Endodontics. 2014 julio; 40(7).
9. Zamora N, Paredes V, Clabrián R, Gandía J. Evaluación de las dosis de radiación con los sistemas de tomografía computarizada de haz cónico en ortodoncia. Rev Esp Ortod. 2011; 41.
10. Mathews J, Forsythe A, Brady Z, Butler M, Goergen S, Byrnes G, et al. Cancer risk in 680 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. BMJ. 2013 marzo; 346(1).
11. Hargreaves K, Cohen S, Berman L. Cohen, Vías de la pulpa. Décima ed. Barcelona: Elsevier; 2011.
12. Ricucci D, Pascon E, Langeland K. Long-Term Follow-Up on C-Shaped Mandibular Molars. Journal of Endodontics. 1996 Abril; 22(4).



13. Fan W, Fan B, Gutmann J, Cheung G. Identification of C-shaped Canal in Mandibular Second Molars. Part I: Radiographic and Anatomical Features Revealed by Intraradicular Contrast Medium. *Journal of Endodontics*. 2007 Julio; 33(7).
14. Jafarzadeh H, Wu YN. The C-shaped Root Canal Configuration: A Review. *Journal of Endodontics*. 2007 mayo; 33(5).
15. Lyroutdia K, Samakovitis G, Pitas I, Lambrianidis T, Molyvdas I, Mikrogeorgis G. 3D Reconstruction of Two C-Shape Mandibular Molars. *Journal of Endodontics*. 1997 febrero; 23(2).
16. Chai W, Thong Y. Cross-sectional morphology and minimum canal wall widths in C-shaped roots of mandibular molars. *Journal of Endodontics*. 2004 julio; 30(7).
17. Haddad G, Nehme W, Ousni H. Diagnosis, classification, and frequency of C-shaped canals in mandibular second molars in the lebanese population. *Journal of Endodontics*. 1999 abril; 25(4).
18. Fan B, Cheung G, Fan M, Gutmann J, Bian Z. C-shaped canal system in mandibular second molars: part I-anatomical features. *Jornal of Endodontics*. 2004 diciembre; 26(1).
19. Lenguas A, Ortega R. Tomografía computarizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. *Cient Dent*. 2010 Agosto; 7(2).
20. Imaging, 3d Ncb. Manual de usuario evo español. 2016. Tomado de: <http://www.newtom.it/es/productos/newtom-vgi-evo/#null> el 28 de diciembre de 2016.
21. Demirbuga S. Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular first and second molars in Turkish individuals. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2013 julio; 18(4).
22. Sachdeva G. Endodontic Management of a Mandibular Second Premolar with Four Roots and Four Root Canals with the Aid of Spiral Computed Tomography: A Case Report. *Journal of Endodontics*. 2008 enero; 34(1).
23. Bulut D, Kose E, Ozcan G, Sekerci A, Canger E, Sisman Y. Evaluation of root morphology and root canal configuration of premolars in the Turkish individuals using cone beam computed tomography. *European Journal of Dentistry* |. 2015 octubre; 9(4).
24. Min Y, Fan B, Cheung G, Gutmann J, Fan M. C-shaped Canal System in Mandibular Second Molars Part III: The Morphology of the Pulp Chamber Floor. *Journal of Endodontics*. 2006 diciembre; 32(12).



25. Przesmycka A, Tomczyk J. Differentiation of root canal morphology-a review of the literature. *Anthropological review*. 2016 mayo; 43(3).
26. Temmerman A, Hertelé S, Teughels W, Dekeyser C, Jacobs R, Quirynen M. Are panoramic images reliable in planning sinus augmentation procedures? *Clin. Oral Impl. Res.* 2010; 22(1).
27. Estrela C, Reis M, Rodrigues C, Azevedo B, Ribamar J. Accuracy of Cone Beam Computed Tomography and Panoramic and Periapical Radiography for Detection of Apical Periodontitis. *Journal of endodontics*. 2008 marzo; 34(3).
28. Tantanapornkul W. A comparative study of cone-beam computed tomography and conventional panoramic radiography in assessing the topographic relationship between the mandibular canal and impacted third molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007 febrero; 103.
29. Steiner C. Cephalometrics for you and me. *American Journal of Orthodontics*. 1953 octubre; 39(10).
30. Pasor A. Ciencias aplicadas II : formación profesional básica. 1st ed. FPB , editor. Madrid: Paraninfo; 2015.
31. Dominguez J. Validation of panoramic tomography as a tool to diagnose maxillary sinus pathologies. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*. 2013 enero; 24(2).
32. Cerda J, Villaroel L. Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica. *Rev Chil Pediatr*. 2008 enero; 79(1).
33. Universidad de Liecester. Measures of variability: the range, interquartile [Student Learning Development at the University of Leicester].; 2009 [cited 2017 marzo 17. Available from: <http://www2.le.ac.uk/offices/ld/resources/study-guides-pdfs/numeracy-skills-pdfs/measures-ariability-v0.1.pdf>.
34. Fuentes L. Metodología para la elección de punto de corte óptimo para dicotomizar covariables continuas. *Rev Cubana Genet Comunit*. 2013; 7(3).
35. Manterola C. Cómo interpretar un artículo sobre pruebas diagnósticas. *Rev. med. clin. condes*. 2009 agosto; 20(5).
36. Burgos M, Manterola C. Como interpretar artículos sobre pruebas diagnósticas. *Rev. Chilena de Cirugía*. 2010 junio; 62(3).



37. Zheng Q, Zhang L, Zhou X. C-shaped root canal system in mandibular second molars in a Chinese population evaluated by cone beam computed tomography. *International Endodontic Journal*. 2011 enero; 44.
38. Seo M, Park D. C-shaped root canals of mandibular second molars in a Korean population: clinical observation and in vitro analysis. *International Journal of Endodontics*. 2004 octubre; 37(1).
39. Yang Z, Yang S, Lin Y. C-shaped root canals in mandibular second molars in a Chinese population. *Dental traumatology*. 1988 agosto; 4(4).
40. Gulabivala K, Opasanon A, NG Y, Alavi A. Root and canal morphology of Thai mandibular molars. *International Endodontic Journal*. 2002 marzo; 35(1).